

JNLT の サイト 調 査

—極上の天文観測地を求めて—

安 藤 裕 康*

1. 天文観測適地の条件

現在光学赤外線天文学の関連研究者が中心になって計画を進めている大型光学赤外線望遠鏡 (JNLT) は高い解像力と赤外域での高い観測性能を備えるように最適化されている。これらの高い性能を十分に生かすためには次の条件を備えた観測地に JNLT を設置する必要がある。(1) 晴天率が高い, (2) 夜空が暗い, (3) 空気が清浄で乾燥している, (4) 大気が静かで乱れや温度変化が少ない, などの条件である。

我が国に上記条件をすべて満すところはない。世界中でこれらの条件を満す適地は中緯度帯の大陸の西側や海上孤立峰にあり, 米国西海岸, カナリー諸島, 南米のチリー山地, ハワイ島などが最適地といわれている。日本として, 諸条件を総合的に検討した結果, 地理的にも近いアメリカ合衆国ハワイ州, ハワイ島マウナケア山頂 (西径 155 度, 北緯 20 度, 高度 4,200 m) に JNLT を設置するのが最も有効かつ現実的であると判断されたのである。1984 年のことであった。

2. マウナケア国際観測所の天文観測条件

ハワイ諸島の最高峰であるマウナケア山のマウナケア国際観測所には米国, 英国, フランス, カナダ, オランダなど世界各国の天文台があり, これらをハワイ大学が運営している (図 1)。

マウナケア国際観測所が天文観測適地としていかに優

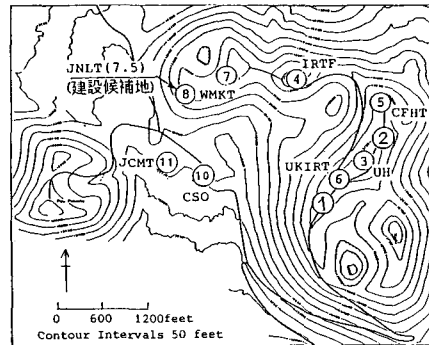
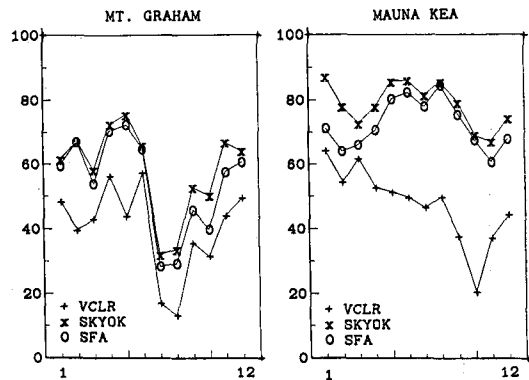
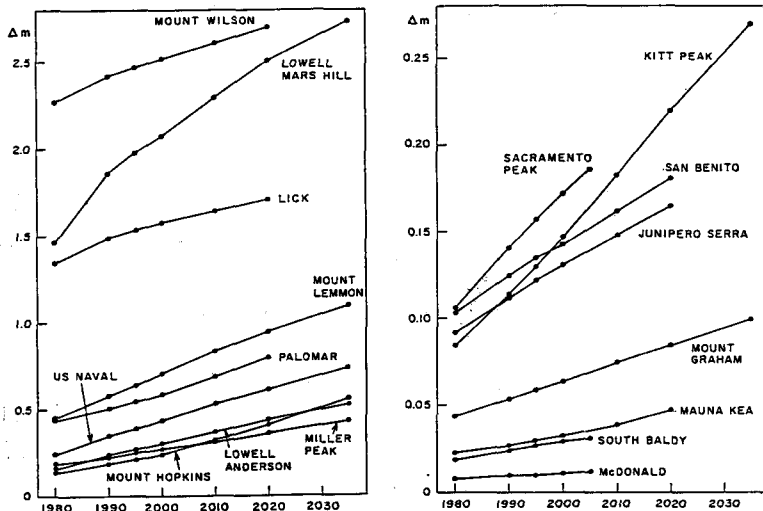


図 1 マウナケア山頂の地形と各国天文台。
⑧ が JNLT の候補地である。

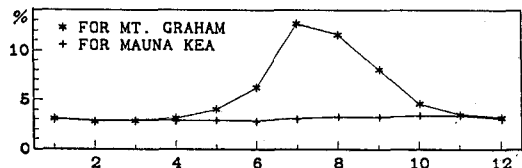


▲ 図 2
マウナケア山とグラハム山の天候比較。
VCLR (測光夜), SKYOK (分光夜), SFA (時々雲あり)



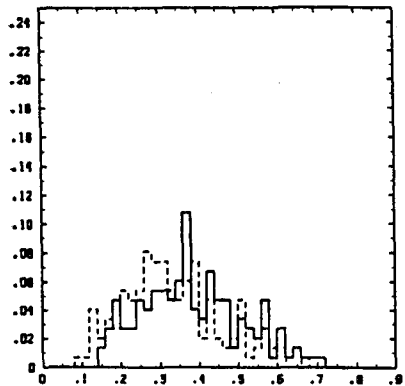
▲ 図 3
各天文台における人工光による背景光の増加予想。たて軸は自然背景光からの増加量を V 等級で示した。(R. H. Garstang, Ann. A&Ap. 27, 19, 1989)

* 国立天文台 Hiroyasu Ando: Site Survey of JNLT

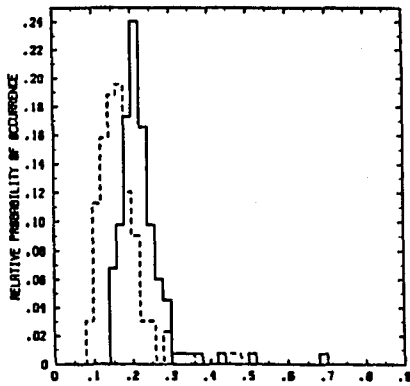


◀ 図4
各月別のマウナケア山とグラハム山における水蒸気量の比較。

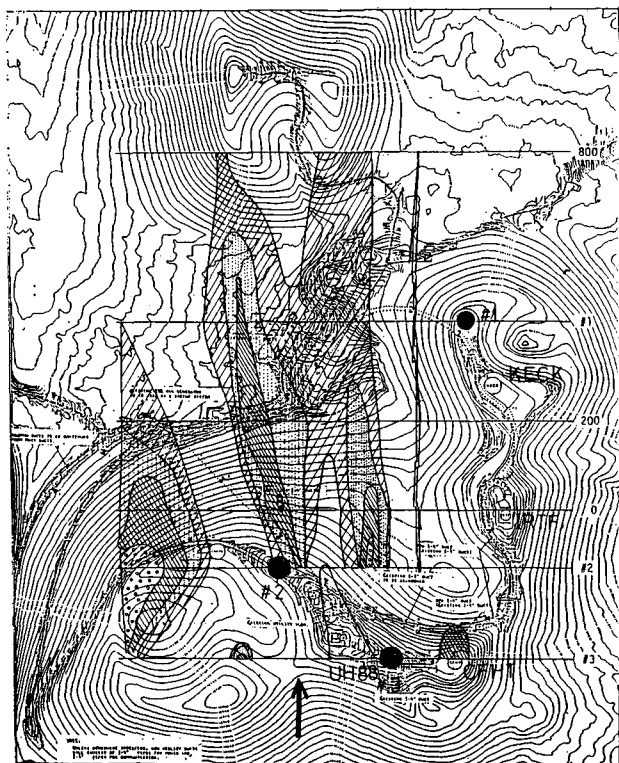
MT. GRAHAM (HIGH PEAK)



MAUNA KEA (SUMMIT RIDGE)



◀ 図5
マウナケア山とグラハム山における二重星を用いたシーリングのヒストグラム。たて軸は確率、よこ軸は秒角である。



◀ 図6
マウナケア山頂の縮尺1/1000の模型による風洞実験の結果を示す。これは東風が吹いた時の接地境界層の乱れの水平分布である。

れているかデータで示してみよう。

図2は、天文観測可能な夜の割合を月別示したものである。観測適地の米国西海岸のグラハム山との比較で

もマウナケア山の優越性は示されており、年平均 65~70% の観測可能夜がある。

図3は各地天文台の人工光による背景光の悪化の度合を示している。マウナケアは自然背景光に近く、21世紀にわたっても顕著な悪化は見られない。夜空は暗いのである。

図4は大気中の水蒸気量の月変化を示したものである。グラハム山は夏期悪化するのに比べて、マウナケア山は年間通じて一定しかも低い。赤外域の観測にとって最適な条件

を備えている。

ハワイ諸島は貿易風帯にあって高度 2000~2500 m に逆転層がある。下は湿潤であるが、その上は良く乾いた

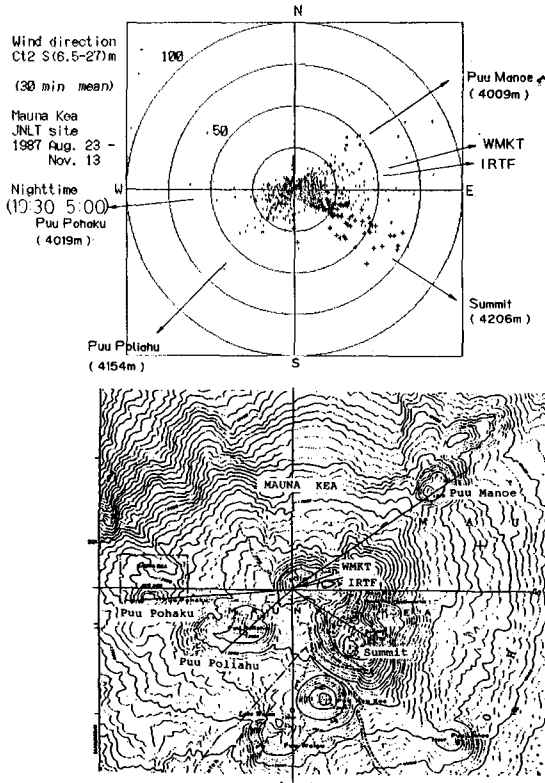


図 7

上: JNLT 候補地に 30 m のマストを立てて得られた微熱乱流の大きさを高さ 27 m まで積分した値を風向に対してプロットした。
 下: 主な噴石丘、頂上と JNLT 候補地との関係を示したものである。上下の図は接地境界層における空気の乱れが地形と強い相関があることを示している。

温暖な安定気層が支配している。このため大気を通しての星像の見え方（シーイング）が良く、高分解能（空間も波長も）の観測に最適である。図5は2つの星像の分離の良さのヒストグラムを示す。グラハム山に比べマウナケア山が圧倒していることは明らかである。

以上のように、マウナケア国際観測所は天文観測条件(1)~(4)を満たす観測最適地の1つである。

3. 観測地の局所条件

天文観測の質を問題にする時(4)の条件すなわちシーイングの良さがとくに重要になってくる。シーイングに効く要素として、自由大気、接地境界層、ドーム内熱乱流の3つがあげられる。自由大気の良さは前に述べたように大局的な地域によって決り、ハワイ島は最適地の1つであることはすでに述べた。ドーム内熱乱流は人工的な熱源によって空気に乱れが生じ、星像が悪化する。ミラーシーイングなどもこの分類に入る。これについては別の機会に詳しく説明されよう。ここでは接地境界層の影響についてその調査を行ったので報告する。

接地境界層のシーイングに与える影響は地形、地勢が大きく依存する。マウナケア山頂のどの場所が最適であるか、縮尺 1/5000, 1/1000 の山頂模型を製作して、気象庁気象研究所の協力を得て風洞実験を 1985~86 年に実施した。図6は東風が吹いている時の地形による境界

層の乱れの水平分布を示したものである。黒丸は JNLT の候補地であり、総合的に見て北西尾根 KECK 望遠鏡の横 #1 が最適であると判断した。マウナケアは東西風が卓越している事情があるからである。

次に乱れの垂直分布であるが、風洞実験で定量的にどのぐらいの高さに望遠鏡を上げれば良いかは分らない。我々は 1987 年 5~11 月に現地に 30 m のマストを立て、気象データと共に微熱乱流の大きさをモニターした。この微熱乱流は 2 点間の温度差で与えられ、シーイングの良い指標になる。微熱乱流は 3 つの高さ (6.5 m, 13 m, 27 m) で約半年間測定された。その結果 27 m 以上では接地境界層の影響をほとんど受けないことがわかり、望遠鏡の高度軸の高さを 27 m と決めた。図7の上部は 27 m までの微熱乱流の大きさを積分したものを各方向についてプロットしたものである。下部の地形図と比較すると、積分値の大きな方角と噴石丘、頂上のある方角とが良い相関を示しており、風洞実験の結果とも良く一致することは興味深い。

4. おわりに

以上述べてきたようにマウナケア国際観測所は天文観測にとって世界中でも 1, 2 を争う場所であることは確かである。計画を練りはじめてここまで約10年が経過した。当初国内設置か外国設置か、ずいぶん苦悩した。周囲からみれば時間を空費したかに見えただろうが、今となってみれば正しい選択であった。

最後にこのサイトテストのために努力して下さった望遠鏡準備室のサイトテストチーム、気象研究所、各大学の関連研究者、ハワイ大学の天文研究所及びマウナケア国際観測所のスタッフの方々に感謝いたします。